

С. И. Фоминых,
доц., канд. техн. наук
К. А. Асанбеков,
доц., канд. техн. наук
Э. А. Бубнов,
доц., канд. техн. наук
А. В. Макаров,
магистрант
Уральский федеральный университет,
Екатеринбург

МОДИФИЦИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ ГИДРОМОТОРОВ

Рассматриваются вопросы модифицирования рабочих поверхностей деталей пар трения аксиально-поршневых гидромашин плазмой и лазерным излучением.

Ключевые слова: аксиально-поршневые гидромашин, пары трения, антифрикционные латуни, плазменная, лазерная обработка.

MODIFICATION OF AXIAL-PISTON HYDRAULIC ENGINE DETAILS WORK SURFACE

The study considers the surface of axial-piston hydraulic machine friction pairs' details modification, performed by means of plasma and laser radiation processing.

Keywords: axial-piston hydraulic machines, friction pair, anti-friction brass, plasma processing, laser processing.

В настоящее время аксиально-поршневые гидромашин нашли широкое применение в различных областях машиностроения. Особенностью является то, что они могут выполнять как функцию насоса, так и гидродвигателя в одном и том же узле изделия. Существуют изделия, работающие при давлении до 100 МПа, что соответственно приводит к существенно ограниченной долговечности гидромашин [1]. В результате выхода гидромашин из строя наносится значительный ущерб производству, а в отдельных случаях это может привести к возникновению аварийной ситуации. Ограниченный срок службы аксиально-поршневых гидромашин в большинстве случаев обусловлен износом основных узлов трения. Помимо этого, существует ряд других проблем, связанных с условиями эксплуатации и конструктивными особенностями [1]. Выявляют и такие виды отказов, как трещины в корпусе, поломка подшипников, заклинивание поршней в блоках цилиндров, повреждение уплотнений и прочее [2–3]. Поэтому повышение долговечности гидромашин остается в центре внимания конструкторов и материаловедов.

Как и для всех современных технических изделий, с развитием технологий изготовления

гидромашин возрастают и требования. Это подтверждается интересом ученых и инженеров к постоянному повышению рабочих характеристик, увеличению долговечности и безотказности работы. Уделяется внимание исследованиям условий смазки основных пар трения, снижению вибрации, шума и утечек [1].

Несмотря на многочисленные научные исследования конструкций аксиально-поршневых гидромашин, на данный момент существует основная актуальная проблема — износ и недостаточная усталостная прочность.

Рассмотрим основные пары трения аксиально-поршневых гидромашин на примере регулируемого гидромотора серии 303 от ПАО «Пневмостроймашина». Конструкция гидромотора содержит две основные пары трения: поршень — блок цилиндров и блок цилиндров — распределитель. Условия трения деталей в аксиально-поршневом гидромоторе достаточно жесткие и могут привести к образованию задиров и зон схватывания. В первом случае происходят возвратно-поступательные движения семи поршней в соответствующих отверстиях блока цилиндров. С противоположной стороны происходит трение притертой сферической стороны распределителя о наружную сферу

ческую поверхность блока цилиндров. От качества изготовления трущихся поверхностей зависит способность гидромашины выполнять свои функции. В частности, из-за различного торцевого прижатия распределителя возникают зоны низкого и высокого давлений, что приводит к неодинаковому износу с возможным образованием клина.

Как правило, поршни изготавливают из стали 38ХМЮА, а блоки гидроцилиндров выполняют из высокооловянистой бронзы БрО-12. Применение данных материалов является распространенной практикой, однако высокооловянистая бронза является весьма дорогой и ограничивает гидромотор по прочностным характеристикам до рабочего давления в 18–20 МПа. В данном случае блок цилиндров гидромотора серии 303 выполняется в двух исполнениях: из латуни и из стали. Применение стали положительно сказывается на прочностных характеристиках, но приводит к значительному удорожанию и усложнению технологии изготовления, которая включает термическую обработку и прецизионное шлифование. В этом случае может применяться «автоматная» сталь АЦ40Х2МАФ. Антифрикционные латуни обладают хорошей обрабатываемостью резанием и меньшей стоимостью (в сравнении с бронзой) при достаточно высоких прочностных характеристиках (усталостная прочность).

В данных основных парах трения во фрикционном взаимодействии участвует один блок цилиндров, что накладывает определенные трудности с выбором материала. Например, при замене материала блока цилиндров также возникает необходимость замены материала поршней и распределителя для повышения износостойкости пар трения. Поэтому существует опыт применения

биметаллических вариантов. Например, латунный блок цилиндров с бронзированной сферической поверхностью, стальной блок цилиндров с бронзированными цилиндрами и сферической поверхностью. Применяются конструкции с бронзовыми поршнями.

Перспективными могут быть методы модифицирования рабочих поверхностей деталей пар трения за счет обработки низкотемпературной плазмой, лазерным лучем, электроискровым методом, т.е. концентрированными источниками энергии в локальных зонах. Наиболее универсальным и более производительным является лазер. Высокие скорости охлаждения ведут к высокой скорости кристаллизации сплава в зоне оплавления. Образующиеся при этом структура поверхностного слоя существенно отличается от структур, получаемых в обычных условиях. Расширяются границы растворимости для твердых растворов, измельчается микроструктура, значительно повышается пластичность и твердость. Быстрое охлаждение в твердом состоянии приводит к закалке с мелкодисперсной структурой. Для поверхностей трения целесообразно не сплошное модифицирование, а создание зон упрочнения в виде сеток, линий, точек. Сочетание упрочненных зон и зон со свойствами основного объема материала увеличивает прочность и снижает склонность к трещинообразованию [4].

Для исследований были подготовлены образцы из латуни ЛМцКНС 58-3-1,5-1,5-1 (горячепрессованный пруток диаметром 90 мм) толщиной 10 мм. После ленточной пилы торцы подрезали на токарном станке. Торцевая поверхность образцов модифицировалась электро-искровой обработкой на установке «Элитон52В», плазмой на установке УДЗ-3, лазером «Булат НТФ-150».

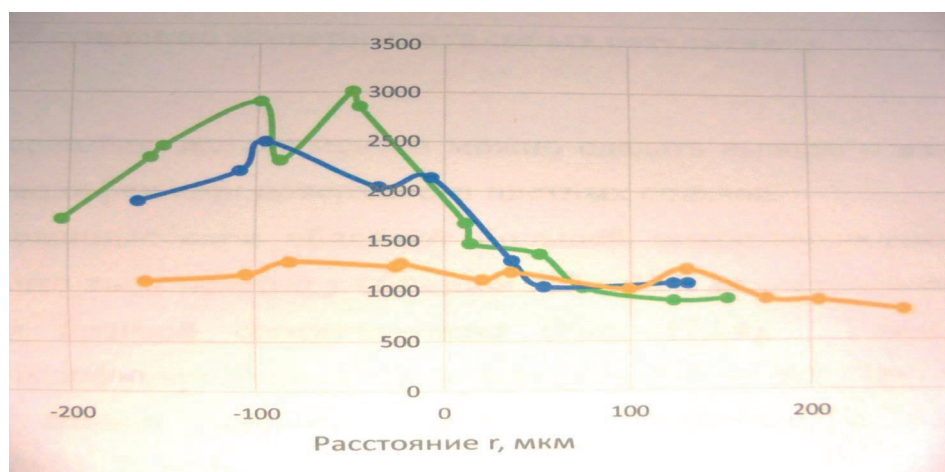


Рис. 1. Изменение микротвердости (МПа) по глубине модифицированного слоя (r – расстояние от границы между модифицированным слоем (слева) и основным металлом (справа), мкм)

Затем измеряли микротвердость (рис. 1), исследовали микроструктуру.

Наблюдается существенное измельчение структуры, несколько увеличивается содержание β -фазы в модифицированном слое. Микротвер-

дость (измеряли на микротвердомере ПМТ-3м) повышается в ~3 раза при электроискровой и последующей обработке лазером, при обработке лазером или плазмой микротвердость возрастает в 1,5–2 раза.

Материалы исследований могут быть использованы при построении статистических моделей «износостойкость — свойства».

Список литературы

1. Схиртладзе А. Г. Гидравлические и пневматические системы / А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. — 2-е изд., доп. — Москва : Станкин ; Янус-К, 2003. — 544 с. — ISBN 5803701351.
2. Bergada J. M. Pressure, flow, force and torque between the barrel and port plate in axial piston pump / J. M. Bergada, J. Watton, S. Kumar // ASME Journal of Dynamic System, Measurement and control. — 2008. — Vol. 130, iss. 1. — P. 011011–1/16. — DOI: <http://dx.doi.org/10.1115/1.2807183>.
3. Башта Т. М. Гидравлические машины и гидравлические приводы / Т. М. Башта. — Москва : Машиностроение, 1970. — 560 с.
4. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки : учебное пособие / И. О. Аверьянова, В. В. Клепиков. — Москва : Форум, 2008. — 304 с.: ил.; (Проф. образование). — ISBN 978-5-91134-268-5.